

#5  
8-7-02  
Express Mail Label #EL871056486US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF GEUN-YOUNG YEOM, ET AL.

FOR: ETCHING APPARATUS USING NEUTRAL BEAM

CLAIM FOR PRIORITY



The Assistant Commissioner for  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of the Korean Patent Application No. 2001-73880 filed on November 26, 2001. The enclosed Application is directed to the invention disclosed and claimed in the above-identified application.

Applicants hereby claim the benefit of the filing date of November 26, 2001 of the Korean Patent Application No. 2001-73880, under provisions of 35 U.S.C. 119 and the International Convention for the protection of Industrial Property.

Respectfully submitted,  
GEUN-YOUNG YEOM, ET AL.

"Express Mail" mailing label number EL871056486

Date of Deposit February 28, 2002 US

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231.

Jennifer Watson  
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

[Signature]  
(Signature of person mailing paper or fee)

CANTOR COLBURN LLP  
Applicants' Attorneys

By: [Signature]  
Daniel F. Drexler  
Registration No. 47,535  
Customer No. 23413

Date: 28 FEB. 2002  
Address: 55 Griffin Road South, Bloomfield, CT 06002  
Telephone: 860-286-2929

**KOREAN INDUSTRIAL  
PROPERTY OFFICE**

10868 U.S. PTO  
10/086496  
02/28/02

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: Korean Patent 2001-0073880

Date of Application: 26 November 2001

Applicant(s): Geun-young Yeom

14 January 2002

**COMMISSIONER**

## [Bibliography]

[Document Name]	Patent Application
[Classification]	Patent
[Receiver]	Commissioner
[Reference No.]	0009
[Filing Date]	26 November 2001
[IPC]	H01L
[Title]	Etching apparatus using neutral beam
[Applicant]	
[Name]	Geun-young Yeom
[Applicant code]	4-1999-025508-4
[Attorney]	
[Name]	Young-pil Lee
[Attorney code]	9-1998-000334-6
[Attorney]	
[Name]	Hae-young Lee
[Attorney code]	9-1999-000227-4
[Inventor]	
[Name]	Geun-young Yeom
[Applicant code]	4-1999-025508-4
[Inventor]	
[Name]	Do-haing Lee
[Resident]	
Registration No.]	760102-1031126
[Zip Code]	440-320
[Address]	203, 360-4, Yuljeon-dong, Jangan-gu, Suwon-city, Kyungki-do Rep. of Korea
[Nationality]	Republic of Korea
[Inventor]	
[Name]	Min-jae Chung
[Resident]	
Registration No.]	740908-1032119
[Zip Code]	422-040
[Address]	105-1707, New Seoul Apt., 368, Songnae-dong, Sosa-gu Bucheon-city, Kyungki-do, Rep. of Korea
[Nationality]	Republic of Korea
[Request for Examination]	Requested

[Purpose]	We file as above according to Art. 42 of the Patent Law.
	Attorney Young-pil Lee
	Attorney Hae-young Lee

[Fee]		
[Basic page]	20 Sheet(s)	29,000 won
[Additional page]	1 Sheet(S)	1,000 won
[Priority claiming fee]	0 Case(S)	0 won
[Examination fee]	10 Claim(s)	429,000 won
[Total]	459,000 won	
[Reason for Reduction]	Individual (70% Reduction)	
[Fee after Reduction]	137,700 won	

[Enclosures]	
1. Abstract and Specification (and Drawings)	1 copy
2. Power of Attorney	1 copy

대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

10/086496  
02/28/02

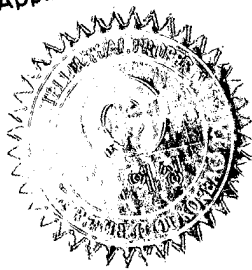
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 73880 호  
Application Number PATENT-2001-0073880

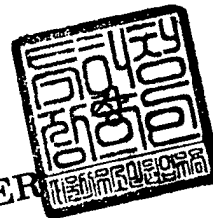
출원년월일 : 2001년 11월 26일  
Date of Application NOV 26, 2001

출원인 : 염근영  
Applicant(s) YEOM GEUN YOUNG



2002 년 01 월 14 일

특허청  
COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0009
【제출일자】	2001.11.26
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	중성빔을 이용한 식각장치
【발명의 영문명칭】	Etching apparatus using neutral beam
【출원인】	
【성명】	염근영
【출원인코드】	4-1999-025508-4
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【발명자】	
【성명】	염근영
【출원인코드】	4-1999-025508-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이도행
【성명의 영문표기】	LEE,Do Haing
【주민등록번호】	760102-1031126
【우편번호】	440-320
【주소】	경기도 수원시 장안구 울전동 360-4 203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정민재
【성명의 영문표기】	CHUNG,Min Jae
【주민등록번호】	740908-1032119
【우편번호】	422-040

**【주소】** 경기도 부천시 소사구 송내동 368번지 뉴서울아파트 105동 1707호  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인  
 이영필 (인) 대리인  
 이해영 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 20 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 1 면 1,000 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 10 항 429,000 원  
**【합계】** 459,000 원  
**【감면사유】** 개인 (70%감면)  
**【감면후 수수료】** 137,700 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2. 위임장\_1통

**【요약서】****【요약】**

중성빔을 사용함으로써 전기적 물리적 손상이 없이 식각공정을 수행할 수 있는 무손상 및 대면적의 중성빔 식각장치가 개시된다. 본 발명의 식각장치는, 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시킬 수 있는 이온소오스, 상기 이온소오스의 말단에 위치하며, 이온빔이 통과하는 복수개의 그리드홀이 형성된 그리드, 상기 그리드와 밀착되어 있으며, 상기 그리드내의 그리드홀에 대응하는 복수개의 반사체홀이 형성되어 있으며, 그리드홀을 통과한 이온빔을 상기 반사체홀 내에서 반사시켜 중성빔으로 전환시켜주는 반사체 및 상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시킬 수 있는 스테이지를 포함한다.

**【대표도】**

도 1

**【색인어】**

중성빔, 그리드, 반사체, 이온빔, 입사각, 식각,



**【명세서】****【발명의 명칭】**

중성빔을 이용한 식각장치{Etching apparatus using neutral beam}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 중성빔을 이용한 식각장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에서의 이온빔 소오스를 개략적으로 나타낸 사시도이다.

도 3은 도 1에서의 중성빔 발생부를 개략적으로 나타낸 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 적용한 피식각기판을 나타내는 단면도이다.

도 5는 반사체를 사용하지 않는 종래기술과 본 발명의 일 실시예에 따라 반사체를 사용하여 식각공정을 수행한 결과 가속전압에 대한 이온전류밀도의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 반사체의 입사각을 변경하여 식각공정을 수행한 결과 가속전압에 대한 이온전류밀도의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 가속전압에 대한 식각속도의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 실리콘산화막에 대한 식각 패턴의 SEM 사진이다.

※ 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

10 ; 이온소오스      12 ; 유도코일

14 ; 그리드      14a ; 그리드홀  
40 ; 반사체      42 ; 반사체홀  
30 ; 반도체기판      32 ; 피식각물질층  
34 ; 식각마스크층

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<15>      본 발명은 중성빔을 이용한 식각장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 중성빔을 이용하여 나노미터급 반도체소자를 무손상으로 식각할 수 있는 식각장치에 관한 것이다.

<16>      반도체소자의 고집적화에 대한 요구가 계속되어짐에 따라, 최근 반도체 집적회로의 설계에서 디자인룰이 더욱 감소되어 0.25  $\mu\text{m}$  이하의 임계치수(Critical Dimension)가 요구되기에 이르렀다. 현재 이러한 나노미터급 반도체소자를 구현하기 위한 식각장비로서 고밀도 플라즈마(High Density Plasma) 식각장치, 반응성이온 식각장치(Reactive Ion Etcher)등의 이온 강화용 식각장비가 주로 사용되고 있다. 그러나, 이러한 식각장비에서는 식각 공정을 수행하기 위한 다량의 이온들이 존재하고, 이들 이온들이 수백 eV의 에너지로 반도체기판 또는 반도체기판상의 특정 물질층에 충돌되기 때문에 반도체기판이나 이러한 특정 물질층에 물리적, 전기적 손상을 야기시킨다.

<17> 예를 들어, 물리적 손상으로서, 이러한 이온들과 충돌되는 결정성의 기관 또는 특정 물질층의 표면이 비정질층으로 전환되기도 하며, 입사되는 이온들의 일부가 흡착되거나 충돌되는 물질층의 일부 성분만이 선택적으로 탈착되어 식각되는 표면층의 화학적 조성이 변화되기도 하며, 표면층의 원자 결합이 충돌에 의해 파손되어 땀글링 결합(dangling bond)으로 되기도 한다. 이러한 땀글링 결합은 재료의 물리적 손상뿐만 아니라 전기적 손상의 발생원인이 되기도 하며, 그 밖에 게이트 절연막의 차지업(chargeup) 손상이나 포토레지스트의 차징(charging)에 기인한 폴리실리콘의 노칭(notching)등에 의한 전기적 손상을 야기시킨다. 또한, 이러한 물리적, 전기적 손상이외에도 챔버 물질에 의한 오염이나 CF계 반응가스를 사용하는 경우 C-F 폴리머의 발생등 반응가스에 의한 표면의 오염이 발생되기도 한다.

<18> 따라서, 나노미터급 반도체소자에 있어서 이러한 이온에 의한 물리적, 전기적 손상등은 소자의 신뢰성 저하시키고 나아가 생산성을 감소시키는 요인이 되기 때문에 향후 반도체소자의 고집적화와 그에 따른 디자인룰의 감소 추세에 대응하여 적용될 수 있는 새로운 개념의 반도체 식각장치 및 식각방법에 대한 개발이 요구되고 있다.

<19> 이러한 가운데, 디,비,오오크(D.B.Oakes)씨 등은 논문 'Selective, Anisotropic and Damage-Free SiO<sub>2</sub> Etching with a Hyperthermal Atomic Beam'에서 과열된 원자빔을 이용한 비손상 식각기술을 제안하고 있으며, 일본인 다카시 유노가미(Takashi Yunogami)씨 등은 논문 'Development of neutral-beam-assisted etcher' (J.Vac. Sci. Technol. A 13(3), May/June, 1995)에서 중성빔

과 중성라디칼을 이용하여 손상이 매우 적은 실리콘옥사이드 식각기술을 제시하고 있으며, 엠.제이.고에크너(M.J.Goeckner)씨 등은 논문 'Reduction of Residual Charge in Surface-Neutralization -Based Beams'(1997 2nd International Symposium on Plasma Process-Induced Damage. May 13-14, Monterey, CA.)에서 플라즈마 대신에 전하가 없는 과일 중성빔에 대한 식각기술을 개시하고 있다.

<20> 그러나, 상기 디.비.오오크씨 등이 제안한 기술은 이온이 존재하지 않으므로 전기적 물리적 손상이 없으며, 오염도 적을 것으로 추정되지만 대면적화에 어려움이 따르고, 극미세소자에서의 이방성을 얻기 힘들며, 식각속도가 낮다는 단점이 있으며, 상기 다카시 유노가미씨 등이 제안한 기술은 대면적화가 손쉬운 반면에 중성빔의 방향성 조절이 어렵고 이온빔 추출시 오염가능성이 크다는 단점이 있다. 또한, 엠.제이.고에크너씨 등이 제안한 기술은 대면적화가 가능하고 고중성빔 플럭스를 얻을 수 있는 반면에 이온과 전자의 재결합으로 인한 중성빔의 방향성이 뚜렷하지 않고, 이온이 섞여 나올 수 있으며, 이온 추출시 오염가능성이 크다는 단점이 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<21> 본 발명의 목적은, 간단한 장치의 구성을 통하여 발생된 중성빔을 사용함으로써 전기적 물리적 손상이 없이 식각공정을 수행할 수 있는 무손상 및 대면적의 중성빔 식각장치를 제공하는 데 있다.

<22> 본 발명의 다른 목적은, 장치를 보다 간단히 구성함으로써 장치가 점하는 공간을 축소시킨 무손상 및 대면적의 중성빔을 이용한 시각장치를 제공하는 데 있다.

<23> 본 발명의 또다른 목적은, 이온빔의 누출을 차단하고 중성빔의 플럭스를 증가시킨 중성빔을 이용한 시각장치를 제공하는 데 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<24> 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따른 중성빔을 이용한 시각장치는, 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시킬 수 있는 이온소오스, 상기 이온소오스의 말단에 위치하며, 이온빔이 통과하는 복수개의 그리드홀이 형성된 그리드, 상기 그리드와 밀착되어 있으며, 상기 그리드내의 그리드홀에 대응하는 복수개의 반사체홀이 형성되어 있으며, 그리드홀을 통과한 이온빔을 상기 반사체홀 내에서 반사시켜 중성빔으로 전환시켜주는 반사체 및 상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시킬 수 있는 스테이지를 포함한다.

<25> 상기 반사체와 스테이지 사이에는 리타딩 그리드가 더 설치되어 중성빔의 방향성 및 가속 에너지를 제어할 수 있다.

<26> 한편, 상기 그리드홀들의 직경에 비하여 상기 반사체홀들의 직경이 같거나 더 크도록 구성되는 것이 바람직하며, 상기 그리드는 원통형으로 구성되며 그의 후단부에는 가장자리를 따라 돌출부가 형성되며, 상기 반사체는 원통형으로 구성되며 그의 전단부에는 상기 그리드의 돌출부에 내삽될 수 있는 돌출부가 형성될 수 있다.

<27> 한편, 상기 그리드홀들을 통과하여 직진하는 이온빔이 상기 반사체홀 내에서 반사되도록 상기 반사체홀들은 이온빔의 직진 방향에 대하여 일정한 각도로 경사져 있으며, 상기 반사체홀들이 상기 반사체내에서 상기 반사체의 중심선에 대하여 일정한 각도로 경사져 있거나 상기 반사체내에서 상기 반사체의 중심선에 대하여 평행하게 형성되어 있으며, 상기 반사체의 외주를 따라 상기 돌출부의 돌출 높이가 일정한 각도로 경사져 있을 수 있다.

<28> 상기 이온소오스는 다양한 형태의 이온소오스를 사용할 수 있으나, 바람직하게는 유도결합형 플라즈마 소오스를 사용한다. 상기 반사체의 재질은 반도체기판, 이산화규소 또는 금속기판으로 이루어질 수 있으며, 상기 반사체내의 반사체홀의 표면에 입사되는 이온빔의 입사각이  $5^{\circ}$  내지  $15^{\circ}$ 의 범위가 되도록 구성할 수 있다.

<29> 본 발명에 따르면, 이온빔을 발생시킬 수 있는 이온소오스와 피식각기판이 안착되는 스테이지 사이에 이온빔을 적절한 입사각으로 반사시킬 수 있는 반사체를 구비함으로써 간단한 방법에 의하여 손쉽게 중성빔을 얻을 수 있으며, 이를 식각원으로 사용하기 때문에 종래 이온빔에 의해 발생하던 피식각기판에 대한 전기적, 물리적 손상이 없이 나노미터급의 반도체소자에 대한 식각공정을 용이하게 수행할 수 있으며, 대면적화도 용이하게 된다.

<30> 또한 본 발명에 따르면, 이온소오스의 후단에 있는 그리드와 반사체를 밀착시킴으로서 불필요한 방향으로 진행되는 이온빔의 누출을 차단하여 오염발생을 현저히 줄일 수 있으며, 그에 따라 중성빔의 플럭스가 현저히 증가되고, 반사체

가 차지하는 공간면적을 줄일 수 있어서 시각장치의 소형화와 원가절감을 달성할 수 있다.

<31> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 첨부하는 특허청구범위의 기술적 사상 범위 내에서 당업자에 의해 다양한 형태로 변경하여 실시할 수 있음은 물론이다. 따라서, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 보다 완전하도록 하며, 당업자에게 본 발명의 범주를 보다 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

<32> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 중성빔을 이용한 시각장치를 개략적으로 나타낸 도면이며, 도 2는 도 1의 이온소오스 및 그리드에 대한 사시도이고, 도 3은 도 1의 반사체에 대한 사시도이다. 도 1은 본 발명의 원리를 설명하기 위하여 단순화시킨 도면으로써, 도 1의 각 구성요소는 적절한 진공도를 유지하는 진공챔버 내에 구비된다.

<33> 먼저, 본 발명의 시각방법을 살펴보면, 이온소오스로부터 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시키고, 상기 가속된 이온빔을 반사체에 반사시켜 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시킨 후, 상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시켜 상기 중성빔에 의해 상기 피식각기판상의 특정 물질층을 식각하는 것이다.

<34> 상기 본 발명에서 가속된 이온빔이 반사체에 의해 반사된 후 중성빔으로 전환되는 이론적 메카니즘의 토대는 비.에이.헬머(B.A.Helmer) 및 디.비.그레이브스(D.B.Graves)씨에 의해 발표된 논문

'Molecular dynamics simulations of  $\text{Cl}_2^+$  impacts onto a chlorinated silicon surface: Energies and angles of the reflected  $\text{Cl}_2$  and  $\text{Cl}$  fragments'(J.Vac. Sci. Technol. A 17(5), Sep/Oct 1999)에 근거하고 있으며, 본 논문에 의하면 클로라이드( $\text{Cl}$ )의 단일층(monolayer)이 형성된 실리콘기판상에  $\text{Cl}_2^+$  이온을 임계 입사각 이상으로 입사시키면 중성화될 수 있음을 설명하고 있으며, 나아가  $85^\circ$ 의 입사각으로 입사된  $\text{Cl}_2$  분자에 대하여 반사된 중성의  $\text{Cl}_2$  분자 및  $\text{Cl}$  원자파편의 분포를 극각(Polar angle)과 방위각(Azimuthal angle)으로 도시하고 있다. 본 논문에 근거하면 일정 범위내의 입사각으로 입사된 이온은 거의 90% 이상 중성원자 또는 중성분자로 재반사 됨을 알 수 있으며, 반사된 입자의 방위각도 거의  $0^\circ$ 에 근접함을 알 수 있다.

<35> 본 발명은 상기 이론적 근거를 토대로 나노미터급 반도체소자의 식각공정에 보다 바람직한 조건과 형태로 구현한 것으로써, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 식각방법 및 식각장치에 대하여 구체적으로 살펴본다.

<36> 도 1을 참조하면, 이온소오스(10)로부터 발생된 이온빔이 이온빔의 진행경로상 이온소오스(10)의 후단에 위치하는 그리드(14) 일정한 직경을 갖는 복수개의 그리드홀(14a)을 통과한 후 반사체(40)내에 형성된 반사체홀(42)의 표면에 반사된 후 중성빔으로 전환된 후 피식각기판(20)으로 입사되어 피식각기판(20)상의 특정 물질층을 식각한다.

<37> 상기 이온소오스(10)는 각종 반응가스로부터 이온빔을 발생시킬 수 있는 것으로 족하며, 본 실시예에서는 유도코일(12)에 유도전력을 인가함으로써 플라즈



마를 발생시키는 유도결합형 플라즈마(ICP) 발생장치를 사용하였으며, 다양한 형태로 변형된 이온소오스를 사용할 수 있음은 물론이다.

<38>       상기 이온소오스(10)의 후단부에는 전압인가에 의해 이온빔을 가속시킬 수 있으며, 동시에 이온빔이 통과될 수 있는 복수개의 그리드홀(14a)이 형성된 원통형의 그리드(14)가 결합되어 있다. 상기 그리드(14)의 후단에는 그 가장자리를 따라 일정한 높이로 돌출된 돌출부가 형성되어 있다.

<39>       상기 그리드(14)의 후단에는 입사되는 이온빔을 반사시켜 중성빔으로 전환시켜주는 반사체(40)가 밀착되어 있다. 상기 반사체(40)의 재질은 반도체기판, 이산화규소 또는 금속기판으로 이루어질 수 있으며, 반사체(40) 내의 반사체홀(42)의 표면만이 이들 재질로 구성될 수도 있다.

<40>       한편, 상기 그리드홀(14a)들의 직경에 비하여 상기 반사체홀(42)들의 직경이 같거나 더 크도록 구성되는 것이 바람직하다. 한편, 상기 그리드(14)의 후단부에 가장자리를 따라 형성된 돌출부내에 내삽될 수 있도록 상기 반사체(40)는 그의 전단부에 돌출부가 형성될 수 있다. 그러나 그리드(14)와 반사체(14)의 결합관계는 이러한 것에 한정되지 않고 그 반대, 즉 그리드(14)가 반사체(40)에 내삽될 수 있도록 구성될 수 있으며, 일반적인 공지의 체결기구들을 통하여 다양하게 구성될 수 있다.

<41>       바람직하게는 상기 그리드홀(14a)과 반사체홀(42)은 동심원상으로 동일한 간격으로 배치되고, 그리드(14)의 돌출부 내벽과 반사체(40)의 상기 돌출부의 외벽간에는 서로 나사로 체결될 수도 있다.

<42> 한편, 상기 그리드홀(14a)들을 통과하여 직진하는 이온빔이 상기 반사체홀(42) 내에서 반사되도록 상기 반사체홀(42)들은 이온빔의 직진 방향에 대하여 일정한 각도로 경사져 있다. 구체적으로는, 상기 반사체홀(42)들이 상기 반사체(40)내에서 상기 원통형의 반사체(40)의 중심선에 대하여 일정한 각도로 경사지게 구성할 수 있다. 선택적으로, 상기 반사체홀(42)들이 상기 반사체(40)내에서 상기 반사체(40)의 중심선에 대하여 평행하게 형성되어 있으며, 이때는 상기 반사체(40)의 외주를 따라 돌출된 상기 돌출부의 돌출 높이가 가장자리를 따라 다르게 구성하여, 그리드(14)와 반사체(40)를 일정한 각도로 경사지게 체결할 수도 있다.

<43> 상기 반사체(40)는 입사된 이온빔에 의해 발생하는 전하의 방전을 위해 접지되는 것이 바람직하다. 상기 반사체(40)는 반드시 원형으로 한정되는 것은 아니며 다양한 형태, 예를 들어 사각형 등의 다각형 형태로 제작될 수 있으며, 실리콘등의 반도체기판이나 상기 실리콘옥사이드가 표면에 형성된 기판 또는 금속기판등으로 구성될 수 있다.

<44> 한편, 상기 반사체홀(42)의 기울기는 상기 그리드홀(14a)을 통과한 후 직진하는 이온빔이 반사체홀(42)내에서 반사되지 않는 이온빔이 발생되지 않도록 한다. 본 실시예에서 상기 반사체홀(42)의 기울기는 반사체홀(42)의 내표면에 입사되는 이온빔의 입사각이 적어도  $5^{\circ}$ 내지  $15^{\circ}$ 범위내가 되도록 구성한다. 한편, 상기 이온빔의 입사각이 적어도  $5^{\circ}$ 내지  $15^{\circ}$ 범위인 것은 반사체홀(42)의 표면에 대하여 수직한 법선을 기준으로 한 입사각이 적어도  $75^{\circ}$ 내지  $85^{\circ}$ 임을 의미한다.

<45> 한편, 상기 반사체(40)로부터 반사되어 전환된 중성빔의 진행경로상에 피식각기판(20)이 배치된다. 상기 피식각기판(20)은 일정한 진공도로 유지되는 반응 챔버내의 스테이지(도시안됨)상에 안착되며, 중성빔의 진행경로에 대하여 수직방향으로 배치될 수도 있으며, 식각공정의 종류에 따라 일정한 각도로 경사지게 (tilting) 배치될 수 있도록 그 위치 및 방향이 제어되도록 설치된다.

<46> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 적용한 도 1의 피식각기판(20)을 나타내는 단면도로써, 본 발명의 각 공정조건에 따른 식각속도의 변화를 살펴보기 위한 것이다. 도 4를 참조하면, 반도체기판(30)상에 피식각물질층(32)이 형성되며, 그 위에 일정한 패턴을 갖는 식각마스크층(34)이 형성되어 있다. 본 실시예에서는 실리콘기판상에 피식각물질층(32)으로써 실리콘산화막( $\text{SiO}_2$ )층을 코팅하고 그 위에 크롬층을 막대형상으로 패터닝한 식각마스크(34)으로 사용하였다.

<47> 한편, 본 발명의 식각공정을 적용함에 있어서 반응가스는 특정 가스에 한정되지 않고 피식각물질층의 종류와 식각마스크층의 종류에 따라 다양하게 선택하여 사용할 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 실리콘을 식각하는 경우 실리콘산화막을 식각마스크로 사용할 수 있으며, 이때의 반응가스로서  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Cl}_2/\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{CCl}_4/\text{O}_2$ ,  $\text{SiCl}_4/\text{O}_2$  등의 가스조합을 용도에 따라 다양하게 선택하여 사용할 수 있으며, Al을 식각하는 경우 실리콘산화막이나 실리콘나이트라이드막 또는 포토레지스트막을 식각마스크로 하여  $\text{Cl}_2/\text{SiCl}_4$ ,  $\text{Cl}_2/\text{CCl}_4$ ,  $\text{Cl}_2/\text{CHCl}_3$ ,  $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3$  등을 용도에 따라 다양하게 선택하여 사용할 수 있음은 물론이다.

<48> 도 5는 반사체를 사용하지 않는 종래 기술과 본 발명의 일 실시예에 따라 반사체를 사용하여 식각공정을 수행한 결과 가속전압에 대한 이온전류밀도의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 5의 그래프에서 가로축의 가속전압은 이온빔을 추출 및 가속시키기 위해 도 1의 그리드(14)에 인가되는 전압을 의미하며, 수직축은 이온전류밀도를 의미한다. 공정조건은 RF전력을 각기 300 W, 400 W, 500 W로 하고, 반사체홀(42)의 수평면에 대한 입사각을 5°로 설정하고, 플라즈마 반응가스로서 SF<sub>6</sub> 가스의 유량을 7 sccm으로 하였으며, 도 5에서 반사체를 사용한 경우 'reflection'으로 표기하였다.

<49> 도 5로부터 본 발명에 따른 반사체를 사용한 경우에는 RF전력과 가속전압의 모든 변화 조건에서 반사체를 사용하지 않는 종래기술에 비하여 이온전류가 현저히 감소함을 알 수 있다.

<50> 도 6은 반사체홀의 수평면에 대한 입사각을 변경하면서 측정한 본 발명의 일 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 가속전압에 대한 이온전류밀도의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 5의 그래프에서 가로축의 가속전압은 이온빔을 추출 및 가속시키기 위해 도 1의 그리드(14)에 인가되는 전압을 의미하며, 수직축은 이온전류밀도를 의미한다. 공정조건은 RF전력을 각기 300 W, 400 W, 500 W로 하고, 반사체홀(42)의 수평면에 대한 입사각을 5° 및 15°로 각기 설정하였다.

<51> 도 5로부터 본 발명에 따른 반사체를 사용한 경우에도 5°에서 측정된 이온전류밀도에 비하여 15°에서 측정된 이온전류밀도가 약간 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다.

- <52> 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 반사체홀에 대한 입사각을 달리하면서 가속전압의 변화에 따른 실리콘산화막의 식각속도 변화를 나타낸 그래프이다. 공정조건은 RF전력을 500 W로 하였으며, 반사체홀(42)의 수평면에 대한 입사각을 5° 및 15°로 설정하였고, 플라즈마 반응가스로서 SF<sub>6</sub> 가스의 유량을 7 sccm으로 하였다.
- <53> 도 7로부터 가속전압의 증가에 따라 입사각에 관계없이 모두 실리콘산화막의 식각속도가 증가함을 알 수 있었으며, 입사각의 각도가 5°인 경우가 15°인 경우에 비하여 식각속도가 높게 나타났다. 가속전압의 증가에 따라 식각속도가 증가한 것은 이온 소오스로부터 추출된 이온 플럭스의 증가와 관련된 것으로 보여지며, 따라서 중성빔의 플럭스가 증가된 것으로 보여진다.
- <54> 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 실리콘산화막을 식각한 식각패턴에 대한 주사전자현미경(SEM) 사진이다. 공정조건은 RF전력을 500W로 하였으며, 반사체홀(42)의 수평면에 대한 입사각을 5°로 설정하였고, 플라즈마 반응가스로서 SF<sub>6</sub> 가스의 유량을 7 sccm으로 하였으며, 식각마스크로 크롬을 사용하였다.
- <55> 도 8로부터 본 발명에 의하면 중성빔을 이용하는 경우에 높은 이방성 식각패턴을 얻을 수 있었다.
- <56> 이상에서와 같이 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명하였지만, 첨부하는 특허청구범위에 의해 정하여지는 본 발명의 기술적 사상범위내에서 다양한 변형 실시, 예를 들어, 이온소오스의 형태, 반응가스의 종류 또는 반사체의 재질을 다양하게 선택하여 사용할 수 있음은 물론이다.

**【발명의 효과】**

- <57>        본 발명에 의하면, 간단한 방법에 의하여 손쉽게 중성빔을 얻을 수 있으며, 이를 식각원으로 사용하기 때문에 종래 이온빔에 의해 발생하던 피식각기판에 대한 전기적, 물리적 손상이 없이 나노미터급의 반도체소자에 대한 식각공정을 용이하게 수행할 수 있으며, 대면적화도 용이하게 된다.
- <58>        또한 본 발명에 의하면, 그리드와 반사체를 직접 밀착시키기 때문에 종래에 불필요한 이온빔의 누출에 의해 챔버 내벽과의 충돌에 의해 발생하던 오염의 발생이 현저히 줄어들 수 있으며, 중성빔의 플럭스의 증가를 가져왔다.
- <59>        또한 본 발명에 의하면, 그리드와 반사체를 밀착시켜 형성하기 때문에 장치가 차지하는 공간을 최소화할 수 있어서 원가절감의 효과를 가져올 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시킬 수 있는 이온소오스;

상기 이온소오스의 말단에 위치하며, 이온빔이 통과하는 복수개의 그리드 홀이 형성된 그리드;

상기 그리드와 밀착되어 있으며, 상기 그리드내의 그리드홀에 대응하는 복수개의 반사체홀이 형성되어 있으며, 그리드홀을 통과한 이온빔을 상기 반사체홀 내에서 반사시켜 중성빔으로 전환시켜주는 반사체; 및

상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시킬 수 있는 스테이지를 포함하는 중성빔을 이용한 식각장치.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 반사체와 스테이지 사이에 리타딩 그리드가 더 설치된 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서, 상기 그리드홀들의 직경에 비하여 상기 반사체홀들의 직경이 같거나 더 큰 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서, 상기 그리드는 원통형으로 구성되며 그의 후단부에는 가장자리를 따라 돌출부가 형성되며, 상기 반사체는 원통형으로 구성되며 그의 전

단부에는 상기 그리드의 돌출부에 내삽될 수 있는 돌출부가 형성된 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.

**【청구항 5】**

제 4 항에 있어서, 상기 그리드홀들을 통과하여 직진하는 이온빔이 상기 반사체홀 내에서 반사되도록 상기 반사체홀들은 이온빔의 직진 방향에 대하여 일정한 각도로 경사져 있는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.

**【청구항 6】**

제 5 항에 있어서, 상기 반사체홀들은 상기 반사체내에서 상기 반사체의 중심선에 대하여 일정한 각도로 경사져 있는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.

**【청구항 7】**

제 5 항에 있어서, 상기 반사체홀들은 상기 반사체내에서 상기 반사체의 중심선에 대하여 평행하게 형성되어 있으며, 상기 반사체의 외주를 따라 상기 돌출부의 돌출 높이가 일정한 각도로 경사져 있는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.

**【청구항 8】**

제 1 항에 있어서, 상기 이온소오스는 유도결합형 플라즈마 소오스인 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.



【청구항 9】

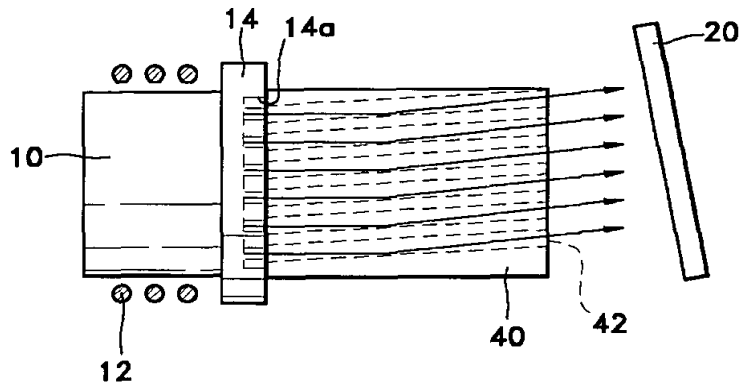
제 1 항에 있어서, 상기 반사체의 재질은 반도체기판, 이산화규소 또는 금속기판으로 이루어진 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.

【청구항 10】

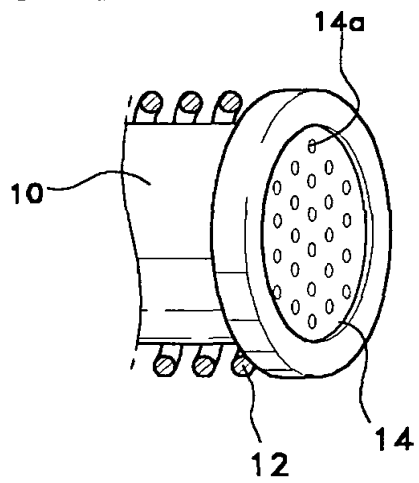
제 1 항에 있어서, 상기 반사체내의 반사체홀의 표면에 입사되는 이온빔의 입사각이  $5^{\circ}$  내지  $15^{\circ}$ 의 범위인 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 식각장치.

【도면】

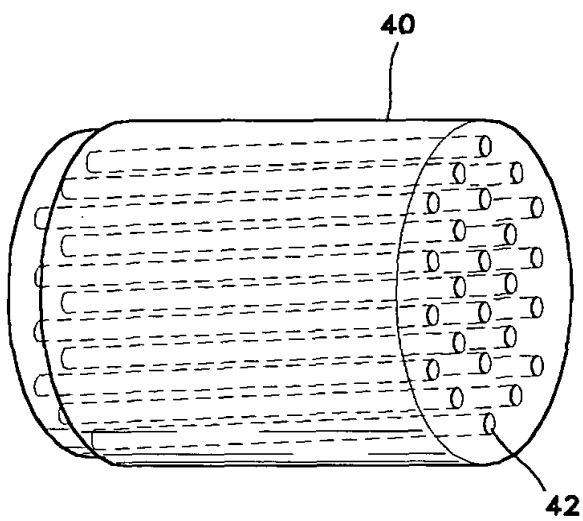
【도 1】



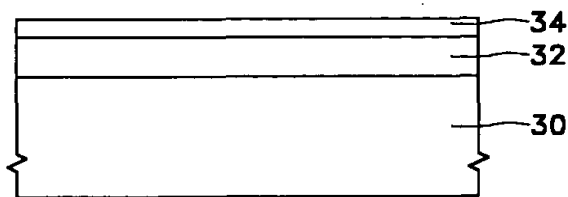
【도 2】



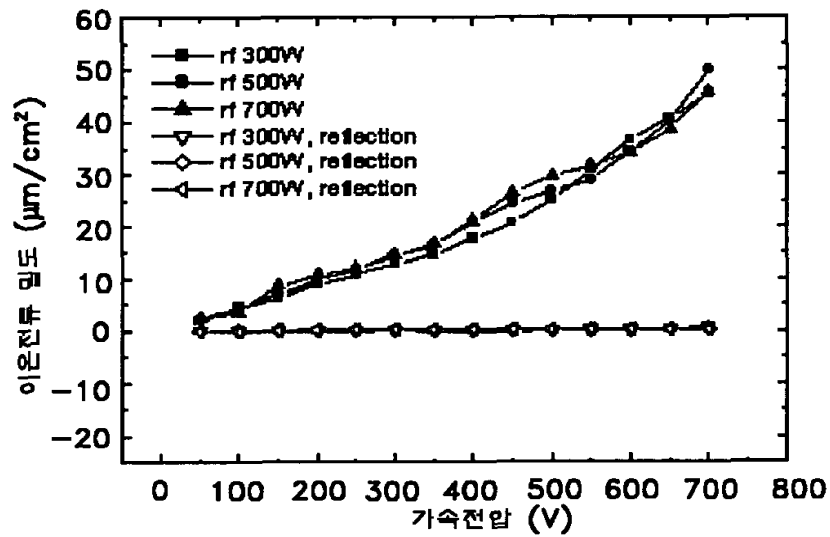
【도 3】



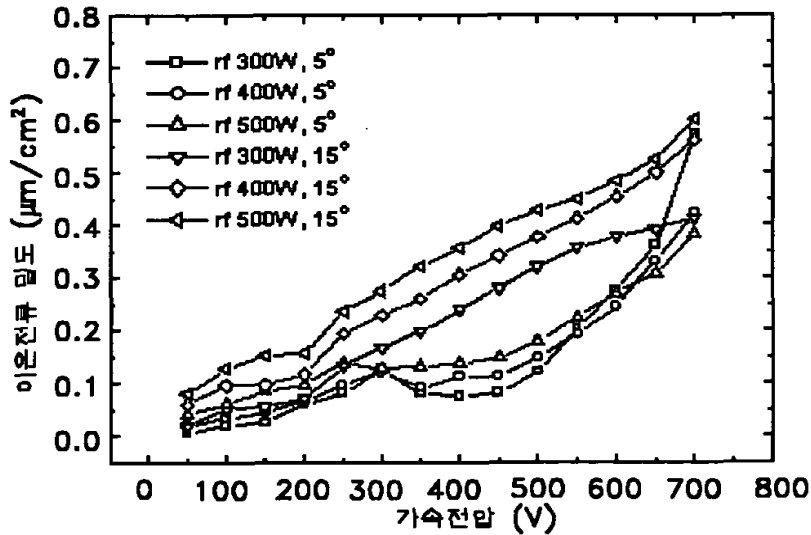
【도 4】



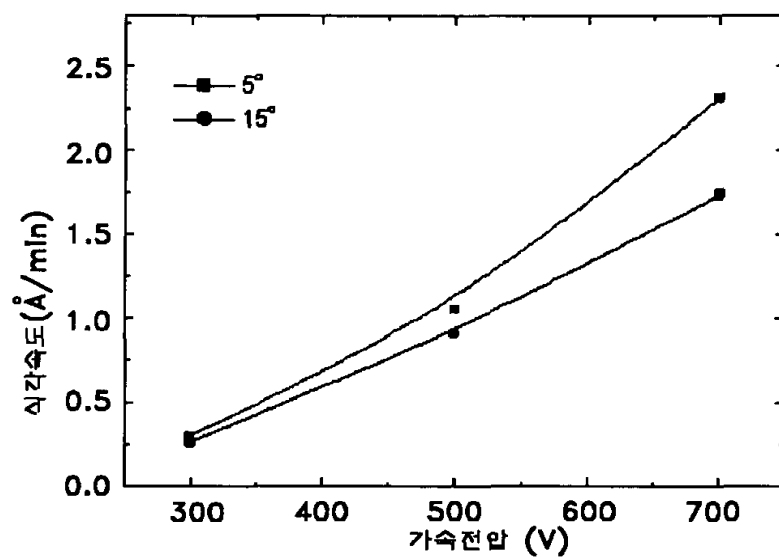
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

